

В результате проделанной работы были получены результаты, по которым можно сделать вывод о том, что для наиболее интенсивного охлаждения фурмы нужно сохранить существующий расход и уменьшить температуру воды на входе, максимально, при чем наибольший вклад в интенсивность теплообмена дает именно температура воды на входе, в то время как расход не оказывает существенного влияния.

Список использованных источников

1. Гальнбек А.А. Расчеты пирометаллургических процессов и аппаратуры цветной металлургии / А.А. Гальнбек [и др.]. – Челябинск: Металлургия, 1990 – 448 с.
2. Ванюков А.В. Плавка в жидкой ванне. – М.: Металлургия, 1988. – 207 с.
3. Мищенко К.П. Краткий справочник физико-химических величин / К.П. Мищенко [и др.]. – Ленинград: Химия, 1974. – 200 с.
4. Телегин А.С. Теплотехнические расчеты металлургических печей / А.С. Телегин [и др.]. – М.: Металлургия, 1993. – 528 с.
5. Гуцин С.Н. Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства: учеб. для вузов / С.Н. Гуцин [и др.]. – М.: Металлургия, 1993. – 366 с.
6. Швыдкий В.С. Механика жидкостей и газов / В.С. Швыдкий [и др.]. – М.: Академкнига, 2003. – 464 с.

УДК 669.1.022; 622.7:669.1

С. Ф. Рузиев, В. И. Матюхин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО КОВША

Аннотация

Сушка сталеразливочного ковша – это очень важный процесс в производстве стали. Выпуск металла в непросушенный ковш может в значительной степени ухудшить качество металла или привести к более опасным последствиям. Существующие на данный момент технологии сушки требуют модернизации так как им присущи некоторые недостатки, а именно: высокие энергозатраты, проблема уничтожения фенольных компонентов, выделяемых в процессе сушки. В данной статье представлена технология сушки, позволяющая в значительной мере сократить энергозатраты (до 20 %), а также, уничтожить практически весь объем выделяемых фенольных компонентов. Для снижения энергозатрат на сушку камеры, сушки сталеразливочного ковша оснащена системой рециркуляции, т.е. часть газов покидая рабочее пространство камеры сушки возвращается в топку, а другая часть отправляется в камеру дожига для дожигания фенольных компонентов, выделившихся в процессе сушки.

Ключевые слова: сталеразливочный ковш, фенолы, футеровка, камера дожига, циркуляционный вентилятор.

Abstract

Drying the steel ladle is a very important process in the production of steel. The release of metal into an undried bucket can greatly degrade the quality of the metal or lead to more dangerous consequences. Current drying technologies require modernization because they have some drawbacks, namely: high energy costs, the problem of eliminating the phenolic components released during the drying process. This article presents the drying technology, which allows to significantly reduce energy consumption (up to 20 %), and also to destroy practically the entire volume of phenolic components released. To reduce the energy costs of drying the chamber, the drying of the steel ladle ladle is equipped with a recirculation system, i. E. part of the gases leaving the working chamber of the drying chamber returns to the furnace, and the other part is sent to the afterburner for afterburning of the phenolic components released during the drying process.

Key words: steel-ladle ladle, phenols, lining, after-burning chamber, circulating fan.

Сушка сталеразливочных ковшей очень важный процесс в производстве стали. Особая опасность возникает при наполнении сталью непросушенного ковша. Мгновенное испарение ее под влиянием весьма высоких температур неизбежно вызовет выбросы металла из ковша, что может привести к аварии и несчастным случаям.

Наличие небольшого количества влаги, хотя и не опасных с точки зрения появления выбросов, недопустимо, так как влага, попадая в металл, разлагается и насыщает сталь водородом, который приводит к образованию в ней флокенов. Поэтому после любого вида ремонта футеровки ковш обязательно должен пройти тщательную сушку.

Так же серьезной проблемой становится выделение в окружающую среду и в рабочие зоны фенолов и формальдегида в процессе выполнения технологических операции по ремонту футеровки сталеразливочных ковшей. Это связано с широким применением необожженных, а часто и непросушенных, огнеупорных материалов на фенолформальдегидных связующих. В итоге, в процессе сушки и нагрева отремонтированной футеровки происходит интенсивное выделение в воздушную среду цеха фенолов, формальдегида, смолистых возгонов пека, содержащих в своём составе канцерогенные ПАУ (полициклических ароматических углеводородов).

Основной целью предлагаемой работы является снижение энергозатрат на процесс сушки сталеразливочных ковшей и существенное сокращение объемов выбросов фенольных компонентов в окружающую среду из камеры термообработки.

В соответствии с проведенным анализом работы сушильной камеры установлена низкая эффективность утилизации фенольных компонентов в ней вследствие неудовлетворительной организации тепловой и газодинамической работы, а конструкция агрегата не позволяет обеспечить высокую степень очистки отходящих газов. При этом следует отметить, что наибольшая концентрация фенольных составляющих будет присутствовать в газоходе на выходе из сушильной камеры, а низкая эффективность самой установки обусловлена кинетическими затруднениями реализации процесса окисления вредных компонентов. В связи с

этим для улучшения показателей работы всей установки сушки ковшей и улучшения экологической обстановки в месте ее расположения предлагаются для внедрения ряд малозатратных технических мероприятий.

Мероприятие 1. Улучшение процесса обеззараживания отходящих газов в камере сушки ковшей. Эта часть установки требует некоторой модернизации существующего оборудования. Конструктивно камера сушки представляет собой (рис. 1) футерованную емкость (10) с боковым вводом в нее обрабатываемого ковша на тележке (9). При этом температурный уровень сушки ковша регламентируется технологической инструкцией и имеет ограниченное значение.

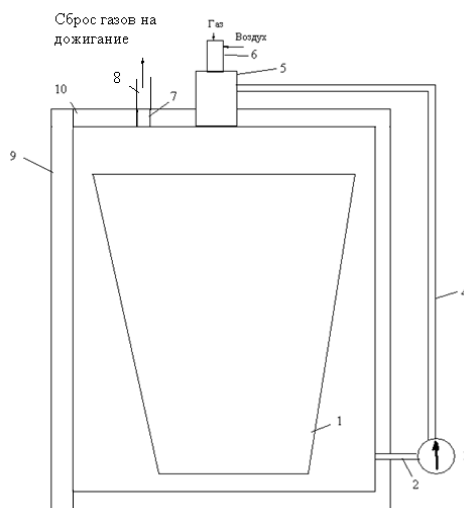


Рис. 1. Схема конструкции камеры для сушки ковшей:

- 1 –ковш; 2 – патрубок отсоса избытка газов; 3 – циркуляционный вентилятор;
- 4 – циркуляционный патрубок; 5 – смесительная камера; 6 – горелка;
- 7 – патрубок сброса избытка газов; 8 – трубопровод соединения камеры сушки с камерой дожигания фенольных компонентов; 9 – крышка герметизации камеры сушки; 10 – камера сушки

Для уменьшения степени разбавления выделяемых из футеровки фенольных компонентов в газовой среде необходимо предусмотреть повышение герметичности сушильной камеры. Для этого необходимо провести ревизию уплотнительных устройств на запирающей двери и всего рабочего пространства.

Существующее горелочное устройство (6) должно быть установлено в отдельной топке, которая должна состоять из собственно горелочного устройства, камеры смешения (5) газа-рециркулята с продуктами полного горения природного газа и дожигания фенольных компонентов. После включения горелочного устройства в камере сушки отходящие газы подаются во внутреннюю часть ковша с последующим выходом из него и обтекают конструкцию с наружной стороны. Для этого между сводом камеры и верхней частью ковша должен быть установлен зазор определенной величины для обеспечения минимальных затруднений выхода газов. Горячие газы обтекают ковш с наружной стороны, обеспечивая повышение его общей температуры, и забираются в нижней части камеры через два отверстия (2), расположенных на противоположных сторонах с

помощью циркуляционного вентилятора (3), который направляет эту часть отводимых газов непосредственно в камеру смешения (5) топки продуктов полного сжигания природного газа и циркуляционных газов. Образующийся при этом избыток газообразных продуктов может содержать некоторое количество фенольных компонентов и их необходимо удалить из камеры сушки на дожигание (8).

Циркуляционная схема движения газов в камере сушки ковшей способна обеспечить:

1. Сокращение затрат тепла на сушку как минимум на 20 % за счет регенерации тепла отходящих газов;

2. Обеспечить дожиг фенольных компонентов при многократном прохождении газа-рециркулята через камеру смешения и дожига. Как показывает практика работы печей полимеризации минераловатного производства: использование циркуляционной схемы движения газов через рабочую камеру и камеру топки позволяет обеспечить дожиг фенольных компонентов непосредственно в технологическом агрегате примерно на 10–12 % за каждый проход (кратность циркуляции).

При этом большая часть газов (более 70 %) в установке перемещается в циркуляционном режиме в системе «камера сушки – топка», проходя через зону высоких температур с кратностью не ниже 4–5. Оставшаяся часть зафеноленных газов в существенно меньшем количестве направляется в систему дожига (2).

Мероприятие 2. Установка для дожига фенольных компонентов. Для более полной утилизации фенольных соединений в отводимой части из камеры сушки газов используется комплексная установка. Теоретические условия для утилизации фенольных компонентов предусматривают обеспечение температуры нагрева очищаемых газов до температуры не ниже 800 °С в течение заданного времени (1–3 с). Для этого предлагается следующая схема агрегата (рис. 2).

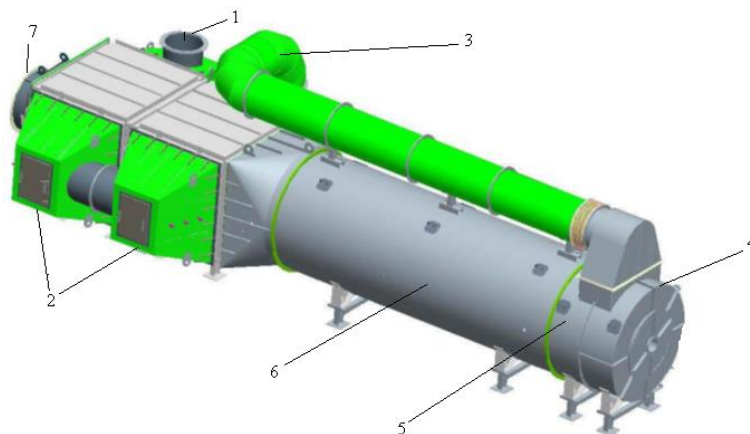


Рис. 2. Схема конструкции дожигателя фенолов:

- 1 – газоход исходных газов; 2 – рекуперативные теплообменники;
3 – газоход подогретых газов; 4 – топка сжигания природного газа;
5 – камера смешения; 6 – камера дожигания; 7 – боров

Очищаемые газы по газоходу (1) со своей собственной температурой поступают в подогреватель (2), работающий на продуктах сгорания фенолов. Здесь

они подогреваются до температуры не ниже 400 °С и поступают по газоходу в камеру смешения (5), куда подаются продукты сгорания внешнего топлива с температурой не ниже 800 °С из камеры горения природного газа (4). Смесь газов с продуктами сгорания поступают в камеру дожигания (6), где они находятся в течение определенного времени (не менее 1–3 с). Образующиеся газообразные продукты поступают на теплообменник для подогрева исходных газов (2). После подогрева исходных газов до температуры не выше 400 °С отводимые по газоходу (7) газовые компоненты будут иметь температуру около 700 °С и могут быть использованы на технологию или теплоэнергетические нужды.

Как показывает практика минераловатного производства, предлагаемая схема установки способна утилизировать на 95–97 % фенольные компоненты с избыточным содержанием фенола не выше 0,095–0,595 кг/ч или 2,11–1,16 мг/м³, формальдегида 0,171–0,216 кг/ч или 1,4–2,54 мг/м³.

Список использованных источников

1. Воронов Г.В. Конструирование и расчет сушильных печей и установок литейного производства: учебное пособие для вузов / Г.В. Воронов, С.Н. Гуцин, М.Д. Казяев, Ю.В. Крюченков, В.М. Миляев. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2002. – 264 с.

2. Гуцин С.Н. Топливо и расчеты его горения / С.Н. Гуцин, Л.А. Зайнулин, М.Д. Казяев, Б.П. Юрьев, Ю.Г. Ярошенко; под науч. ред. Ю.Г. Ярошенко. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2007. – 89 с.

3. Казяев М.Д. Конструирование и расчет сушильных агрегатов: учебное пособие / М.Д. Казяев, В.С. Шаврин, И.П. Ренжин, Г.В. Воронов, С.Н. Гуцин. – Свердловск: УПИ, 1989. – 80 с.

4. Советкин В.Л. Теплофизические свойства веществ: учебное пособие / В.Л. Советкин, Л.А. Федяева. – Свердловск: УПИ, 1990. – 104 с.

УДК 621.1.016

Е. С. Селезнев, П. Ю. Худяков, П. С. Филиппов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ТЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОБСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ СВОЙСТВ ВОДЫ И ВОДЯНОГО ПАРА WATER-STEAM CALCULATOR

Аннотация

В работе рассмотрен процесс моделирования и автоматизированного расчета тепловых схем ТЭС в программной среде MATLAB с внедрением и использованием созданной компьютерной динамически подключаемой библиотеки DLL параметров воды и водяного пара на основе действующей формуляции IAPWS-IF97. В рамках работы были смоделированы блоки